

СЕКЦІЯ 5.

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

Сметанкіна Н.В.

доктор технічних наук, професор,
завідувач відділу вібраційних і термоміцнісних досліджень,
ІПМаш ім. А.М. Підгорного НАН України
м. Харків, Україна

Місюра С.Ю.

кандидат технічних наук,
старший викладач кафедри математичного моделювання та
інтелектуальних обчислень в інженерії,
НТУ «ХП»
м. Харків, Україна

Місюра Є.Ю.

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри вищої математики та
економіко-математичних методів,
ХНЕУ ім. С. Кузнеця
м. Харків, Україна

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЦІНКИ НАДІЙНОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНОГО УСТАТКУВАННЯ

Удосконалення ремонтів та технічного обслуговування
енергетичного обладнання на основі аналізу його



пошкодження є одним з ефективних напрямків підвищення надійності та зниження експлуатаційних витрат [1, 2]. Однією з важливих умов, що забезпечують можливість зміни існуючих підходів до ремонту обладнання, має бути виключення великої кількості непланових ремонтів, спричинених низькою надійністю окремих вузлів обладнання. Досвід експлуатації та ремонту дозволяє виявляти конструктивні недоліки, які властиві конкретним типорозмірам обладнання. Узагальнення таких даних використовується заводами-виробниками при розробці нового або реконструкції існуючого обладнання.

Аналіз робіт з дослідження надійності [3, 4] показав, що більшість робіт містить інформацію щодо відмов, що відбулися в процесі експлуатації; у невеликій кількості робіт представлена інформація щодо пошкоджень, які виявлені при ремонті. Враховуючи недосконалість системи збирання інформації, частина її може бути не відображена в офіційних документах (за відмовами та дефектами, виявленими в процесі ремонту). Відсутня узагальнена інформація з причин пошкоджень обладнання; недостатньо інформації щодо допоміжного обладнання турбоустановки. Практично відсутня інформація щодо пошкоджень, узагальнена за даними експлуатації та ремонту. Необхідно виконати збір та аналіз інформації з усього обладнання турбоустановки із залученням даних офіційної статистики щодо відмов, даних щодо пошкоджень, виявлених при ремонті, інформації за даними експлуатаційного та ремонтного персоналу. Аналіз надійності всього устаткування необхідно виконати з урахуванням єдиного підходу. На основі такого аналізу необхідно визначити елементи, що лімітують та визначають надійність паротурбінних установок.



Фізичний ресурс обладнання обмежується лише станом металу та зварних з'єднань. За результатами статистичного аналізу показано, що найбільший внесок у загальну ушкоджувальність енергетичного обладнання вносять руйнування зварних конструкцій. При цьому зіставлення коефіцієнтів запасу за тривалою міцністю і статистикою пошкоджень показує повну відсутність будь-якого зв'язку. Наголошується, що існуючі методи дослідження надійності як у нашій країні, так і за кордоном все більше не задовольняють вимогам практики та рівню технології виробництва, оскільки дуже часто і набагато розходяться прогнозні оцінки та реальні значення показників надійності [5].

Найчастіше використовуються статистичні методи дослідження. При цьому методологія отримання кінцевих результатів про надійність виробів відповідно до вірогідної (статистичної) теорії полягає в наступному. З випробувань чи експлуатації отримують статистику відмов виробів. Далі, використовуючи відомі статистичні критерії згоди, вибирають найбільш відповідну модель розподілу випадкових величин, яка розроблена в теорії ймовірностей (експоненційна, нормальна, Вейбулла, логарифмічна та ін.), і приймають її як теоретичну модель розподілу ймовірностей безвідмовної роботи (моделі надійності), виходячи з якої визначають необхідні кількісні показники надійності. Оцінка надійності систем здійснюється шляхом обчислення ймовірностей працездатних станів елементів. Статистичні методи оцінки надійності, що увійшли до основних нормативних матеріалів, недостатньо ефективні при оцінці надійності нових високонадійних або одиничних виробів, що знаходяться в експлуатації, тобто там, де нечисленна або взагалі відсутня статистика відмов. Достовірну інформацію



можна отримати на основі вивчення механічних і хімічних властивостей та деяких фізичних параметрів виробів, що характеризують технічний стан останніх, з використанням ймовірнісних методів. У цьому випадку методологія встановлення кількісних показників надійності на підставі вивчення певних фізичних параметрів, що характеризують технічний стан виробів, полягає у виявленні кінетичних закономірностей деградаційних процесів (побудова математичних моделей процесів деградації) та визначенні аналітичного зв'язку цих закономірностей з показниками надійності. Принципово важливим є розкриття механізмів відмов та їх впливом на надійність виробів. Моделі, які одержуються при такому підході, є неповними і поширення результатів отриманої таким чином моделі навіть на аналогічний об'єкт, але в іншому режимі може мати лише якісний характер.

Пропонується комплексний підхід до збору та обробки інформації щодо надійності роботи енергетичного обладнання, а також методика визначення основних елементів, що регламентують надійність конкретного агрегату на основі статистичного аналізу даних експлуатації паротурбінних установок. Аналіз надійності будується на інформації про пошкодження, що спричинили відмови обладнання, пошкодження, що виявляються при виконанні планових ремонтів обладнання, а також на даних про неполадки в роботі обладнання, що виявлялися в процесі експлуатації паротурбінних установок. Як вихідна інформація використовуються: акти відмов обладнання; ремонтна документація; звітна експлуатаційна документація; інформація, одержувана системами технологічного моніторингу, а також інформація, одержувана методом



експертних оцінок від технічних фахівців, які займаються експлуатацією та ремонтом обладнання паротурбінних установок на електростанціях.

У роботі на основі аналізу інформації щодо пошкодження в умовах експлуатації обладнання запропоновано методика підвищення надійності вузлів турбіни та допоміжного обладнання, що лімітують надійність паротурбінної установки, аналізу їх ефективності та розробки пропозицій щодо вдосконалення ремонту.

Мета роботи відповідає пріоритетним напрямкам розвитку науки, технологій та техніки України та дозволяє подальше удосконалення устаткування на основі розв'язання задач оптимального проектування елементів конструкції енергетичного обладнання [6-8].

Список використаних джерел:

1. Місюра С.Ю., Сметанкіна Н.В., Місюра Є.Ю. Рациональное моделирование крышки гидротурбин для анализа мощности. *Вісник НТУ «ХПІ». Сер.: Динаміка і міцність машин.* 2019. № 1. С. 34-39.

2. Sendhil Kumar S., Senthil Kumar M. Condition monitoring of rotating machinery through vibration analysis. *Journal of Scientific and Industrial Research.* 2014. Vol. 73(4). P. 258-261.

3. Mayadevi N., Vinodchandra S. S., Ushakumari S. A Review on Expert System Applications in Power Plants. *International Journal of Electrical and Computer Engineering.* 2014. Vol. 4(1). P. 116-126.

4. Amaya E. J., Alvares A. J. Expert system for power generation fault diagnosis using hierarchical meta-rules. *Proceedings of 2012 IEEE 17th International Conference on Emerging Technologies & Factory Automation (ETFA 2012), Krakow, Poland, 2012.* P. 1-8, doi: 10.1109/ETFA.2012.6489629.



5. Misura S., Smetankina N., Misiura Ie. Optimal design of the cyclically symmetrical structure under static load. *Lecture Notes in Networks and Systems. Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering-2020*. Springer: Cham, 2021. Vol. 188. P. 256-266. https://doi.org/10.1007/978-3-030-66717-7_21

6. Shupikov A.N., Smetankina N.V., Sheludko H.A. Selection of optimal parameters of multilayer plates at nonstationary loading. *Meccanica. Rome*. 1998. Vol. 33, No. 6. P. 553-564.

7. Шелудько Г.А., Шупіков О.М., Сметанкіна Н.В., Угрімов С.В. Прикладний адаптивний пошук. *Харків: Око*, 2001. 191 с.

8. Сметанкіна Н.В., Мисюра С.Ю., Линник А.В. Влияние предварительно напряженного состояния на частоты несущих конструкций гидротурбин. *Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Динаміка і міцність машин*. 2018. Т. 1, № 38. С. 42-48.

